

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-26812
(P2001-26812A)

(43) 公開日 平成13年1月30日 (2001.1.30)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マ-ト* (参考)

C 2 1 C 7/04
7/06

C 2 1 C 7/04
7/06

D 4 K 0 1 3

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-202638

(22) 出願日 平成11年7月16日 (1999.7.16)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 溝口 利明

愛知県東海市東海町5-3 新日本製鐵株
式会社名古屋製鐵所内

(72) 発明者 上島 良之

愛知県東海市東海町5-3 新日本製鐵株
式会社名古屋製鐵所内

(74) 代理人 100059096

弁理士 名嶋 明郎 (外2名)

Fターム (参考) 4K013 BA08 BA14 EA18 EA19 EA23
EA24

(54) 【発明の名称】 溶鋼用脱酸合金

(57) 【要約】

【課題】 本発明は溶鋼脱酸時に脱酸生成物毎に均一な組成を有し、かつ破碎性の良い脱酸生成物を鋼中に微細分散できて、介在物性欠陥の少ない鋼材を、煩雑な脱酸工程を経ることなく、効率的に得ることができる優れた溶鋼用脱酸合金を提供する。

【解決手段】 重量%で金属元素の合計が100%以下で、Fe: 20~90%、Ti+Al \geq 9.5% および不可避的不純物からなり、Ti/Al重量比で1~40の条件を満足することを特徴とする溶鋼用脱酸合金。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で金属元素の合計が100%以下で、Fe: 20~90%、Ti+Al \geq 9.5% および不可避的不純物からなり、Ti/Al重量比で1~40の条件を満足することを特徴とする溶鋼用脱酸合金。

【請求項2】 重量%で、Ca、Mg、Si、Mn、Zr、Cr、希土類金属の1種あるいは2種以上の含有量を50%未満にしたことを特徴とする請求項1に記載の溶鋼用脱酸合金。

【請求項3】 重量%で、Li、Na、Kの1種あるいは2種以上のアルカリ金属、および/またはBe、Sr、Baの1種あるいは2種以上のアルカリ土類金属の含有量を合計で20%以下にしたことを特徴とする請求項1または2に記載の溶鋼用脱酸合金。

【請求項4】 重量%で、不純物元素としてV、Nb、Ta、Mo、Wの1種あるいは2種以上の含有量を合計で5%以下にしたことを特徴とする請求項1または2または3に記載の溶鋼用脱酸合金。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、溶鋼用脱酸合金に関するものである。

【0002】

【従来の技術】溶鋼用脱酸合金として(1) Alによる脱酸、(2) Tiによる脱酸(特公昭48-29005)、(3) Al脱酸、TiあるいはTi合金脱酸後のCa添加による複合脱酸・介在物形態制御(特公昭63-41671)、(4) Caおよび/またはMg-Si-希土類金属-Ti-Al合金による脱酸・介在物形態制御(特開平10-176213)、(5) Al-TiあるいはAl-Ti-Si-Mn合金による脱酸・介在物形態制御(特公昭55-18544、特公昭55-18545)などが開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記のごとき、脱酸合金のうち、(1) あるいは(2) の合金による脱酸では、脱酸で生成する酸化物系介在物(アルミナあるいはチタニア)がクラスターを形成し、溶鋼との見かけ比重差が小さく浮上分離し難くなるため、鋼中に500 μ m以上の介在物が残留し、冷延時のスリバー疵や深絞り時の割れやピンホール等の製品の表面欠陥や内部欠陥は発生しやすいという問題があった。さらに、これらの介在物は連続

铸造時に浸漬ノズル内壁に付着・堆積し、閉塞を引き起こすことが知られている。

【0004】これらの問題を解決するために、発明されたのが前記(3)~(5)における脱酸合金による介在物形態制御であるが、一般的にこのように合金を数回に分けて添加する逐次脱酸法では均一な介在物形態制御は困難(介在物組成のバラツキが大きい)で、精練時間が長くなり操業上非効率であるうえ、100 μ m程度の介在物が問題となる破胴やピンホール等の深絞り製缶時に発生する欠陥については完全に防止できなかった。

【0005】本発明は、このような課題を有利に解決するためになされたものであり、薄鋼板、極薄鋼板、鋼管、棒鋼、線材等の圧延鋼材において製品欠陥の原因となる粗大で高硬度の酸化物系介在物を、従来のような煩雑な脱酸工程を経ることなく、鋼中の酸化物系介在物を微細でかつ破砕性の良好な形態に制御して無害化することができる。さらに、浸漬ノズル閉塞による操業トラブルの防止により、耐火物コスト低減、浸漬ノズル交換に伴う生産性低下防止が可能となる。上記鋼材における介在物起因の製品欠陥とは、例えば自動車、家電用途の薄鋼板のスリバー欠陥、容器用の極薄鋼板の破胴やピンホール欠陥、油井管用鋼管のUST欠陥、線材におけるヘゲ疵等である。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためになされた本発明の溶鋼用合金は、重量%で金属元素の合計が100%以下で、Fe: 20~90%、Ti+Al \geq 9.5%、および不可避的不純物からなり、Ti/Al重量比で1~40の条件を満足することを特徴とするものである。また、溶鋼の清浄性、脱酸時の介在物微細化、および圧延時の破砕性を向上させるために、必要に応じ、重量%で、Ca、Mg、Si、Mn、Zr、Cr、希土類金属の1種あるいは2種以上を50%未満の範囲で含有させることもできる。また、溶鋼清浄性をさらに向上させるためには、重量%で、Li、Na、Kの1種あるいは2種以上のアルカリ金属、および/またはBe、Sr、Baの1種あるいは2種以上のアルカリ土類金属を合計で20%以下の範囲で含有させるとよい。また、上記合金元素の蒸気圧を高め、歩留を低下させるV、Nb、Ta、Mo、Wの不純物元素は1種あるいは2種以上の含有量の合計で5%以下とすることが好ましい。

【0007】

【発明の実施の形態】以下に本発明の好ましい実施の形態を示す。本発明でいう溶鋼用脱酸合金とは、鋼板、鋼管、形鋼、棒鋼、線材など圧延鋼材を製造するに際し、溶鋼を脱酸し、脱酸生成物を微細でかつ良破砕性を有する酸化物系介在物に形態制御するために開発されたものであり、重量%で金属元素の合計が100%以下で、Fe: 20~90%、Ti+Al \geq 9.5%、および不可避的不純物からなり、Ti/Al重量比で1~40の条件を満足することを特徴とする。

【0008】Feの含有量を20~90%としたのは、90%超では添加する合金量が多くなり過ぎ、溶鋼温度の低下が起こって铸造が困難になったり、添加に時間がかかり生産性に障害を与える。また、20%未満になるとFeの冷材効果による溶鋼と合金の反応速度遅延効果が得られず、結果として粗大化した脱酸生成物が生成する。

【0009】TiとAlの含有量を合計で9.5%以上としたのは、脱酸生成物の多結晶・微細化による圧延時の破砕性を向上させるためであり、これ未満では、圧延時の破砕による酸化物系介在物の微細化は期待できない。さら

に、脱酸生成物を低融点化させ、(1) 溶鋼段階での介在物の合体・浮上・分離促進、(2) 連続製造時の浸漬ノズル閉塞を防止させるためにはTi/Al重量比で1~40とする必要がある。Ti/Al重量比が1未満ではアルミナが、40超ではチタン酸化物(TiO_2)が生成する。アルミナとチタン酸化物はクラスターを形成しやすいため、上記脱酸生成物の低融点化による溶鋼清浄性向上、および浸漬ノズル閉塞防止効果は期待できない。

【0010】Ca、Mg、Si、Mn、Zr、Cr、希土類金属は、いずれの元素ともに $TiO_x-Al_2O_3$ 系脱酸生成物と複合酸化物を生成し、脱酸生成物をさらに低融点・多結晶化および/または微細化させ、溶鋼の清浄性と破砕性を向上させる。上記金属元素の1種あるいは2種以上の含有量を合計で50%未満としたのは、これ以上では介在物が低融点化しすぎ、圧延方向に伸延される(すなわち圧延方向に介在物が粗大化)ため、これが製品欠陥に繋がることがあるからである。Ca、Mg、希土類金属は強脱酸元素であるため、 $TiO_x-Al_2O_3$ 系脱酸生成物を還元し、脱酸生成物の一層の微細化を可能とするが、これらの元素は溶鋼中への歩留まりが悪く、大量の使用は製造コストの増加を招くため、欠陥防止に必要な介在物サイズとの兼ね合いで使用するのが好ましい。脱酸生成物の微細化効果を確実に得るためには上記金属元素の1種あるいは2種以上の含有量を合計で0.1%以上にするのが望ましい。

【0011】Li、Na、Kのアルカリ金属、および/またはBe、Sr、Baアルカリ土類金属は、いずれの元素ともに $TiO_x-Al_2O_3$ 系脱酸生成物と複合酸化物を生成し、脱酸生成物をさらに低融点化させ、介在物の合体・浮上・分離促進による溶鋼清浄性を向上させる。上記金属元素の1種あるいは2種以上の含有量を合計で20%以下としたのは、20%超では介在物が低融点化しすぎ、圧延方向に伸延される(すなわち圧延方向に介在物が粗大化)ため、これが製品欠陥に繋がることがあるからである。脱酸生成物の合体・浮上・分離促進による溶鋼清浄性向上効果を確実に得るためには上記金属元素の1種あるいは2種以上の含有量を合計で0.1%以上にするのが望ましい。

【0012】上記のごとき、溶鋼用脱酸合金に不純物元素として、V、Nb、Ta、Mo、Wの1種または2種以上の含有量を合計で5%以下にすることが好ましい。5%を超えると、前記合金元素と不純物元素の原子間での反応が起きて、蒸気圧が高くなり歩留まり低下、 $TiO_x-Al_2O_3$ 系脱酸生成物の微細分散化等の目的とする効果が得られ難くなることがあり好ましくない。

【0013】このような合金は一般的な誘導溶解炉や通電加熱炉を使ってAr雰囲気下で電解鉄あるいはFeTi合金を先ず溶解し、この溶湯中に目標の合金組成となるように合金元素を金属あるいは合金の状態で添加後、金型内で冷却することによって製造できる。蒸気圧が高いCaやMg等の金属元素を含む脱酸合金を溶製する場合は、溶湯表面をフラックスで覆うことにより歩留まりを向上させ

ることができる。この際、溶解原料の選択、溶解時のろつばまたは耐火物あるいはフラックス等からの不純物元素の混入を抑制・防止することによって、上記不純物元素の合計を確実に5%以下にすることができる。

【0014】このような脱酸合金は塊状、粒状、粉体等に成形して、例えば酸素上吹転炉等の製鋼炉によって精練した後、取鍋に出鋼した溶鋼中へ添加して脱酸処理する。また、精練後の溶鋼を連続製造するに際し、タンデュー内の溶鋼中へ添加して脱酸処理することができる。このように前記脱酸合金を溶鋼中へ添加する方法としては、例えば脱酸合金を溶鋼中へ直接添加するか、または脱酸合金を鉄で被覆したワイヤーを注入するワイヤーフィード法等によって添加することができる。

【0015】

【実施例】高周波誘導溶解炉を使ってAr雰囲気下で30kgの鋼を溶解し(溶湯温度1600~1630℃)、表1~4に示すとおり成分に調整後、脱酸用合金を溶鋼中へ直接添加した。添加10分後金型へ注入して casting、鑄片を得た。冷却後、鑄片を加熱炉で1000℃に加熱し、5mm厚まで熱間圧延を施した。鑄片底部20mm上方からサンプルを採取し、鑄片中のTi、Al濃度と介在物形態(主成分、形状、個数、最大径)を調査した。更に圧延後の鋼板の圧延方向に平行な断面を観察し、介在物の破砕性を調査した。

【0016】脱酸用合金の成分、合金添加量およびはTiとAlの歩留まりは表5~8に示すとおりであり、また、鑄片中の介在物形態(主成分、形状、個数、最大径)、圧延時の破砕性は表9~12に示すとおりである。合金成分中各元素の濃度値の空欄箇所は0.1%未満である。なお、脱酸用合金には塊状または粒状のものを使用した。

【0017】表9~12の鑄片中介在物形態と圧延時の破砕性は以下のように決めた。介在物主成分は、鑄片から切り出した鏡面研磨後の鋼材表面の介在物をEDX付SEM(500倍)で成分同定した。さらに、検出された副成分については、特性X線ピークの積分強度から含有量を求めた。また、介在物形状はSEMによる2次電子像から決めた。介在物個数は光学顕微鏡で500倍の倍率で500視野を測定して、0.1μm(円相当径)以上の介在物個数の合計とした。また、測定視野中の最大介在物径を最大径(円相当径)とした。圧延時の破砕性は圧延鋼板の圧延方向に平行な断面の厚み方向の局所位置(表裏面下0.1mm、1/8t、1/4t、3/8t、1/2t、5/8t、3/4t、7/8t、但し、tは厚み)を光学顕微鏡で観察し、介在物の存在する部分の光学顕微鏡写真(400倍、局所位置毎に50視野)から決めた。

【0018】なお、表1~表12における*1~*3の意味は以下のとおりである。

*1: ○:歩留まり30%以上、△:20以上30未満%、×:0以上20未満%。

*2: S:球形、IR:不定形、CR:クラスター状。

このうち球形介在物は溶鋼中で介在物が液体であったことを示しており、連続 casting 時には浸漬ノズル内壁に付着・凝集しないため、ノズル閉塞も発生しない。

* 砕せず。

【0019】

【表1】

* 3 : ○ : 良好、△ : 若干破碎、× : 伸延あるいは破*

	No.	脱酸合金添加前溶鋼成分 (重量%, 但し溶存Oはppm、残部はFe及び不溶不純物)					
		C	Si	Mn	P	S	溶存O
本発明例	A1	0.005	0.012	0.12	0.022	0.012	548
本発明例	A2	0.004	0.010	0.11	0.032	0.018	562
本発明例	A3	0.003	0.012	0.08	0.038	0.021	578
本発明例	A4	0.005	0.012	0.12	0.008	0.018	533
本発明例	A5	0.003	0.018	0.12	0.028	0.019	571
本発明例	A6	0.004	0.010	0.11	0.032	0.018	562
本発明例	A7	0.02	0.015	0.25	0.021	0.003	450
本発明例	A8	0.05	0.032	0.62	0.011	0.004	478
本発明例	A9	0.04	0.020	0.18	0.014	0.006	450
本発明例	A10	0.07	0.058	0.62	0.014	0.004	443
本発明例	A11	0.07	0.03	0.15	0.014	0.005	450
本発明例	A12	0.05	0.032	0.62	0.011	0.004	478
本発明例	A13	0.03	0.098	0.58	0.014	0.003	468
本発明例	A14	0.04	0.038	0.65	0.016	0.004	488
本発明例	A15	0.03	0.005	0.63	0.012	0.005	450
本発明例	A16	0.11	0.054	0.48	0.006	0.026	235
本発明例	A17	0.12	0.052	0.53	0.004	0.029	250
本発明例	A18	0.11	0.048	0.48	0.006	0.018	249
本発明例	A19	0.11	0.049	0.47	0.005	0.026	262
本発明例	A20	0.12	0.054	0.52	0.006	0.021	250
本発明例	A21	0.35	0.255	0.68	0.005	0.011	84
本発明例	A22	0.35	0.268	0.63	0.003	0.030	85
本発明例	A23	0.38	0.268	0.68	0.003	0.011	63
本発明例	A24	0.35	0.255	0.68	0.005	0.011	85
本発明例	A25	0.32	0.260	0.66	0.003	0.011	58
本発明例	A26	0.59	0.258	1.22	0.011	0.022	32
本発明例	A27	0.61	0.253	1.23	0.014	0.099	35
本発明例	A28	0.59	0.250	1.22	0.013	0.099	29
本発明例	A29	0.57	0.256	1.20	0.013	0.085	33
本発明例	A30	0.62	0.268	1.22	0.011	0.022	35
本発明例	A31	0.38	0.268	0.68	0.003	0.020	65
本発明例	A32	0.35	0.255	0.66	0.003	0.011	84
本発明例	A33	0.32	0.260	0.63	0.005	0.030	85
本発明例	A34	0.35	0.255	0.68	0.005	0.011	52
本発明例	A35	0.32	0.260	0.68	0.004	0.032	61

【0020】

30 【表2】(表1のつづき)

	No.	脱酸合金添加前溶鋼成分 (重量%, 但し溶存Oはppm, 残部はFe及び不可溶不純物)					
		C	Si	Mn	P	S	溶存O
本発明例	A36	0.61	0.253	1.23	0.013	0.098	42
本発明例	A37	0.59	0.256	1.20	0.011	0.099	27
本発明例	A38	0.57	0.253	1.22	0.013	0.085	31
本発明例	A39	0.62	0.256	1.20	0.013	0.022	35
本発明例	A40	0.61	0.258	1.22	0.014	0.058	35
本発明例	A41	0.005	0.017	0.10	0.038	0.019	542
本発明例	A42	0.004	0.012	0.12	0.030	0.019	567
本発明例	A43	0.003	0.012	0.11	0.038	0.017	574
本発明例	A44	0.004	0.011	0.12	0.032	0.019	549
本発明例	A45	0.005	0.012	0.14	0.038	0.012	532
本発明例	A46	0.03	0.061	0.64	0.014	0.002	455
本発明例	A47	0.03	0.008	0.62	0.022	0.004	450
本発明例	A48	0.04	0.02	0.35	0.015	0.008	442
本発明例	A49	0.03	0.078	0.62	0.012	0.004	423
本発明例	A50	0.03	0.058	0.46	0.013	0.005	398
本発明例	A51	0.02	0.005	0.38	0.012	0.004	450
本発明例	A52	0.03	0.066	0.62	0.014	0.004	425
本発明例	A53	0.03	0.020	0.23	0.011	0.003	442
本発明例	A54	0.04	0.038	0.62	0.016	0.004	489
本発明例	A55	0.34	0.268	0.52	0.005	0.016	62
本発明例	A56	0.35	0.281	0.89	0.004	0.008	65
本発明例	A57	0.25	0.255	0.68	0.003	0.012	68
本発明例	A58	0.35	0.268	0.55	0.005	0.010	65
本発明例	A59	0.38	0.273	0.67	0.003	0.09	72
本発明例	A60	0.34	0.258	0.50	0.005	0.011	68
本発明例	A61	0.33	0.223	0.58	0.003	0.008	58
本発明例	A62	0.35	0.268	0.38	0.003	0.009	62
本発明例	A63	0.35	0.238	0.27	0.003	0.008	59
本発明例	A64	0.03	0.058	0.46	0.013	0.005	398
本発明例	A65	0.03	0.066	0.62	0.014	0.004	425
本発明例	A66	0.04	0.038	0.62	0.016	0.004	489
本発明例	A67	0.03	0.061	0.64	0.014	0.002	455
本発明例	A68	0.04	0.02	0.35	0.015	0.006	442
本発明例	A69	0.03	0.058	0.46	0.013	0.005	398
本発明例	A70	0.59	0.222	1.36	0.013	0.099	39
本発明例	A71	0.59	0.256	1.18	0.013	0.025	48
本発明例	A72	0.59	0.222	1.36	0.013	0.099	39
本発明例	A73	0.59	0.213	1.34	0.013	0.099	35
本発明例	A74	0.59	0.266	1.22	0.013	0.074	33

【0021】

【表3】(表2のつづき)

	No.	脱酸合金添加前溶鋼成分 (重量%, 但し溶存Oはppm、残部はFe及び不可溶不純物)					
		C	Si	Mn	P	S	溶存O
本発明例	A75	0.59	0.256	1.18	0.013	0.025	48
本発明例	A76	0.005	0.018	0.11	0.038	0.019	530
本発明例	A77	0.004	0.012	0.22	0.038	0.022	562
本発明例	A78	0.003	0.014	0.18	0.038	0.012	579
本発明例	A79	0.005	0.018	0.11	0.038	0.019	530
本発明例	A80	0.004	0.012	0.12	0.030	0.019	567
本発明例	A81	0.004	0.011	0.12	0.032	0.019	549
本発明例	A82	0.03	0.061	0.64	0.014	0.002	455
本発明例	A83	0.03	0.008	0.62	0.022	0.004	450
本発明例	A84	0.04	0.02	0.35	0.015	0.008	442
本発明例	A85	0.03	0.078	0.62	0.012	0.004	423
本発明例	A86	0.03	0.058	0.62	0.013	0.005	398
本発明例	A87	0.03	0.005	0.62	0.012	0.004	450
本発明例	A88	0.004	0.017	0.11	0.038	0.019	528
本発明例	A89	0.005	0.013	0.22	0.038	0.022	564
本発明例	A90	0.002	0.015	0.18	0.038	0.012	577
本発明例	A91	0.006	0.017	0.11	0.038	0.019	532
本発明例	A92	0.003	0.013	0.12	0.030	0.020	565
本発明例	A93	0.005	0.010	0.12	0.032	0.019	547
本発明例	A94	0.004	0.019	0.10	0.038	0.019	532
本発明例	A95	0.005	0.011	0.21	0.038	0.021	560
本発明例	A96	0.004	0.015	0.19	0.038	0.012	577
本発明例	A97	0.004	0.019	0.10	0.038	0.019	532
本発明例	A98	0.005	0.011	0.13	0.030	0.019	565
本発明例	A99	0.003	0.013	0.11	0.032	0.020	547
本発明例	A100	0.005	0.011	0.21	0.035	0.021	542
本発明例	A101	0.02	0.063	0.64	0.014	0.003	422
本発明例	A102	0.05	0.041	0.60	0.016	0.004	487
本発明例	A103	0.02	0.058	0.64	0.014	0.003	457
本発明例	A104	0.04	0.055	0.46	0.013	0.004	333
本発明例	A105	0.02	0.069	0.62	0.014	0.004	421
本発明例	A106	0.05	0.035	0.62	0.016	0.005	485
本発明例	A107	0.02	0.058	0.64	0.014	0.002	425
本発明例	A108	0.04	0.061	0.46	0.013	0.005	392
比較例	B1	0.004	0.012	0.12	0.035	0.016	560
比較例	B2	0.002	0.022	0.19	0.025	0.010	527
比較例	B3	0.03	0.078	0.62	0.012	0.004	423
比較例	B4	0.01	0.025	0.28	0.004	0.010	356
比較例	B5	0.03	0.066	0.30	0.014	0.004	425

【0022】

* * 【表4】(表3のつづき)

	No.	脱酸合金添加前溶鋼成分 (重量%, 但し溶存Oはppm、残部はFe及び不可溶不純物)					
		C	Si	Mn	P	S	溶存O
比較例	B6	0.04	0.030	0.27	0.003	0.008	385
比較例	B7	0.005	0.012	0.14	0.038	0.012	532
比較例	B8	0.22	0.150	0.21	0.010	0.026	52
比較例	B9	0.59	0.256	0.48	0.013	0.059	47
比較例	B10	0.004	0.012	0.22	0.038	0.022	562
比較例	B11	0.09	0.054	0.48	0.005	0.022	250
比較例	B12	0.002	0.022	0.18	0.012	0.042	521
比較例	B13	0.003	0.012	0.12	0.028	0.021	569
比較例	B14	0.14	0.054	0.48	0.005	0.019	285
比較例	B15	0.59	0.258	1.18	0.013	0.025	48
比較例	B16	0.003	0.012	0.12	0.028	0.021	569
比較例	B17	0.004	0.012	0.22	0.038	0.022	562
比較例	B18	0.42	0.275	1.05	0.02	0.003	55
比較例	B19	0.35	0.268	0.38	0.003	0.009	62
比較例	B20	0.59	0.213	1.34	0.013	0.098	35
比較例	B21	0.005	0.012	0.14	0.038	0.012	532
比較例	B22	0.004	0.010	0.12	0.036	0.022	555
比較例	B23	0.003	0.014	0.18	0.038	0.012	579

【0023】

【表5】

No.	脱酸用合金成分(重量%, 但し残部は不可避不純物、Ti/AlはTiとAlの重量比率)																合金 添加量		歩留り率 Ti (%)	Al (%)			
	不純物元素																Ti/Al (kg/C)	Ti/Al					
	Fe	Ti	Al	Ca	Mg	Si	Mn	Zr	Cr	REM	Li	Na	K	Be	Sr	Ba					V	Nb	Ta
本発明例 A1	20.4	41.7	37.9														796	1.1	2.40			O	O
本発明例 A2	41	53.5	5.46														590	9.8	1.87			O	O
本発明例 A3	62	36.1	1.95														380	18.3	2.77			O	O
本発明例 A4	77.5	21.8	0.7														22.5	31.1	4.59			O	O
本発明例 A5	87.4	12.3	0.32														126	38.2	8.14			O	O
本発明例 A6	21.1	16.8	13.8	48.5													30.4	1.2	6.03			O	O
本発明例 A7	44.2	22.4	2.13	31.3													24.5	10.5	2.24			O	O
本発明例 A8	63.5	14.9	0.77	20.8													15.7	19.5	3.35			O	O
本発明例 A9	80	9.84	0.38	9.8													10.2	27.3	5.08			O	O
本発明例 A10	88.5	11.7	0.3	1.5													120	39.2	4.27			O	O
本発明例 A11	20.5	18.9	13		49.8												29.9	1.3	2.96			O	O
本発明例 A12	42.2	25.9	2.54		29.4												28.4	10.2	1.93			O	O
本発明例 A13	62.3	15.1	0.77		21.8												15.9	19.6	3.31			O	O
本発明例 A14	78.5	11.6	0.37		9.5												120	31.8	4.30			O	O
本発明例 A15	87.4	11.3	0.31		0.98												11.8	36.2	4.42			O	O
本発明例 A16	20.1	17.5	14.6			47.8											32.1	1.2	1.90			O	O
本発明例 A17	39.2	26.5	2.55			31.7											29.1	10.4	1.26			O	O
本発明例 A18	58.2	21	1.04			19.8											220	20.2	1.59			O	O
本発明例 A19	80.5	10.6	0.34			8.6											10.9	31.2	3.16			O	O
本発明例 A20	85.6	13	0.34			1.05											13.4	38.1	2.56			O	O
本発明例 A21	23.2	16.6	11			49.2											27.6	1.5	0.93			O	O
本発明例 A22	39.6	25.9	2.81			31.7											28.7	9.2	0.59			O	O
本発明例 A23	55.5	22	1.03			21.5											230	21.3	0.70			O	O
本発明例 A24	79.2	10.7	0.36			9.7											11.1	30.2	1.43			O	O
本発明例 A25	87.2	11.3	0.29			1.21											11.6	39	1.36			O	O
本発明例 A26	21	18.6	13.3			47.2											31.8	1.4	0.83			O	O
本発明例 A27	43.2	21.3	2.09			33.4											23.4	10.2	0.72			O	O
本発明例 A28	61.5	18.1	0.76			21.6											16.9	21.1	0.95			O	O
本発明例 A29	81.3	9.88	0.32			8.5											10.2	31.3	1.56			O	O
本発明例 A30	88.9	9.89	0.25			0.96											10.1	39.5	1.56			O	O
本発明例 A31	20.9	16.6	13.8			48.7											30.4	1.2	0.93			O	O
本発明例 A32	36.2	32.3	2.99			28.5											35.3	10.8	0.48			O	O
本発明例 A33	58.3	24.9	1.21			15.6											26.1	20.5	0.62			O	O
本発明例 A34	81.5	10.6	0.35			7.5											11.0	30	1.45			O	O
本発明例 A35	87.2	10.2	0.27			2.3											10.5	38.2	1.50			O	O

【0024】

【表6】(表5のつづき)

No.	脱酸用合金成分(重量%)、但し残部は不可避不純物、Ti/AlはTiとAlの重量比率)																合金 添加量		歩留り率							
	Fe	Ti	Al	Ca	Mg	Si	Mn	Zr	Cr	REM	Li	Na	K	Be	Sr	Ba	V	Nb	Ta	Mo	W	Ti/Al	Ti/Al	Ti	Al	
本発明例 A36	20.8	16.4	14.9							47.9												31.3	1.1	0.94	0	0
本発明例 A37	44	28.1	3.08							24.8												31.2	9.2	0.55	0	0
本発明例 A38	65.2	14.7	0.63							19.5												15.3	23.3	1.05	0	0
本発明例 A39	79.2	12.2	0.4							8.2												12.6	30.2	1.26	0	0
本発明例 A40	84.7	13.1	0.35							1.8												13.5	37.5	1.17	0	0
本発明例 A41	20.2	16.6	15.1	6.9	6.2	7.6	7.4	6.5	7.2	6.3												31.7	1.1	6.02	0	0
本発明例 A42	41.3	25.9	2.61	4.8	5.2	5.8	4.3	5.5	4.8													28.5	9.8	3.86	0	0
本発明例 A43	62	14.4	0.78	3.8	3.2	4.9	5.1	6														15.2	18.5	6.93	0	0
本発明例 A44	7.1	12.5	0.41	2.2	2.8	3	2.1															12.9	30.2	8.01	0	0
本発明例 A45	85.8	12.8	0.32	0.62	0.83																	13.0	39	7.92	0	0
本発明例 A46	23	39	18.5							19.5												57.5	2.1	1.28	0	0
本発明例 A47	61.5	27.8	1.33							9.8												28.9	20.8	1.81	0	0
本発明例 A48	87.9	10	0.27							1.8												10.3	37.5	4.98	0	0
本発明例 A49	20.2	40.3	21.2							18.3												61.5	1.9	1.24	0	0
本発明例 A50	56.2	31.5	1.78							10.5												33.3	17.9	1.59	0	0
本発明例 A51	87.5	11.2	0.3							1												11.5	37.9	4.46	0	0
本発明例 A52	20.8	32.9	27.5							18.8												60.4	1.2	1.52	0	0
本発明例 A53	63	25	1.25							10.8												28.2	20	2.00	0	0
本発明例 A54	85.5	13	0.38							1.1												13.4	34.2	3.84	0	0
本発明例 A55	22	33.2	25.6							19.2												32.0	20.9	0.50	0	0
本発明例 A56	58.6	30.5	1.46							9.4												58.8	1.3	0.46	0	0
本発明例 A57	86.5	12.3	0.32							0.93												12.6	38.6	1.26	0	0
本発明例 A58	22.5	35.2	23.4													18.9						58.6	1.5	0.44	0	0
本発明例 A59	62.1	26.2	1.04												10.7							27.2	25.2	0.59	0	0
本発明例 A60	86.4	12.4	0.31												0.85							12.8	38.8	1.24	0	0
本発明例 A61	22.1	40	18.2							19.7												58.2	2.2	0.38	0	0
本発明例 A62	58.2	30.2	1.29							10.3												31.5	23.5	0.51	0	0
本発明例 A63	87.5	10	0.26							2.2												10.3	38.1	1.53	0	0
本発明例 A64	20.5	9.6	3.1	48.3							18.5											12.7	3.1	5.21	0	0
本発明例 A65	60	9.96	0.54	19.9							9.6											10.5	18.5	5.02	0	0
本発明例 A66	87.4	9.91	0.29	1.8						0.8												10.2	34.4	5.04	0	0
本発明例 A67	21.3	6.61	5.09	6.9	6.2	7.6	7.4	6.5	7.2	7												11.7	1.3	7.56	0	0
本発明例 A68	81.8	9.78	0.44		18.8																	10.2	22.2	5.12	0	0
本発明例 A69	87.2	10.7	0.29		0.65					1.2												11.0	37.1	4.69	0	0
本発明例 A70	20.5	8.5	5.9			49.6																12.4	1.1	2.37	0	0
本発明例 A71	57.8	12.4	0.67			19.3																13.1	18.5	1.24	0	0

[0025]

[表7] (表6のつづき)

No.	脱炭用合金成分(重量%, 但し残部は不可溶不純物、Ti/AlはTiとAlの重量比率)																	合金 添加量		歩留り ¹⁾ Ti (%)						
	Fe	Ti	Al	Ca	Mg	Si	Mn	Zr	Cr	REM	Li	Na	K	Be	Sr	Ba	V	Nb	Ta		Mo	W	Ti/Al	Ti/Al		
本発明例 A72	85.2	12.2	0.32			1.2								1.1								12.5	38.4	1.28	O	
本発明例 A73	20.2	8.05	5.05				49.2								19.5							11.1	1.2	2.54	O	
本発明例 A74	59.2	11.3	0.55			3.6	3.2	4.9	5.1	4				8.2								11.8	20.8	1.37	O	
本発明例 A75	87.2	10.1	0.27				1.1							1.3								10.4	37.2	1.52	O	
本発明例 A76	21	7.84	3.05						48.5						10.8							10.7	2.5	13.1	O	
本発明例 A77	60.5	10.5	0.52						19.3						9.2							11.0	20	9.5	O	
本発明例 A78	82.3	15.1	0.39						0.95						1.3							15.5	38.4	6.64	O	
本発明例 A79	20.1	8.87	4.23						47.6							19.2						13.1	2.1	11.3	O	
本発明例 A80	61.2	10	0.49						18.2							10.1						10.5	20.5	10.0	O	
本発明例 A81	85.4	11.9	0.31						0.83	0.5						1.1						12.2	38.2	8.43	O	
本発明例 A82	22.5	6.44	5.86	48.8							2.8	3.3	1.8	2.5	3.1	2.8						12.3	1.1	7.78	O	
本発明例 A83	59.2	15.5	0.78		18.9						2.1	1.6		1.9								16.3	20	3.22	O	
本発明例 A84	88.4	11.2	0.31			1.2						0.4	0.5									11.5	36.5	4.47	O	
本発明例 A85	21.5	8.61	3.59	24.7			23.3				3.1	2.7	3.3	3	2.5	3.7						12.2	2.4	5.81	O	
本発明例 A86	56.5	16.8	0.82		9.7			8.5			1.8	1.2				1.7						17.6	20.5	2.98	O	
本発明例 A87	86.2	11	0.28			0.6				0.5	0.7		0.4		0.3							11.3	39	4.54	O	
本発明例 A88	20.2	27.4	19.6	28.5													4.3					47.0	1.4	3.65	O	
本発明例 A89	85.3	12.8	0.35		0.5												1.1					13.1	36.5	7.84	O	
本発明例 A90	21.5	30.6	13.9			29.6																44.5	2.2	3.27	O	
本発明例 A91	85.5	11.8	0.3				1.5											4.4				12.1	38.8	8.48	O	
本発明例 A92	23.2	20.8	19.9						32.3									0.9				39.7	1.1	4.81	O	
本発明例 A93	87.2	10.1	0.26							1.4									4.8			10.4	38.9	8.88	O	
本発明例 A94	21.3	31.4	13.7																1			4.5	2.3	3.18	O	
本発明例 A95	88.5	10.5	0.3							27.5	1.6											10.8	34.5	9.53	O	
本発明例 A96	20.5	33.1	23.7									18.5										4.2	58.8	1.4	3.02	O
本発明例 A97	85.6	12	0.31									0.85										1.2	12.4	39	8.30	O
本発明例 A98	21	29.9	27.1														4.4					57.0	1.1	3.35	O	
本発明例 A99	85.9	12.2	0.33														0.6					12.5	37	8.20	O	
本発明例 A100	22.2	30.4	25.4														18.2		3.8			55.8	1.2	3.29	O	
本発明例 A101	86.8	11.1	0.29	0.4		19.3					0.6							0.8				11.4	38.2	4.50	O	
本発明例 A102	20.2	30.2	15.9									9.7								4.7		48.1	1.9	1.66	O	
本発明例 A103	87	10.8	0.28			0.3						0.5							1.1			11.1	38.5	4.62	O	
本発明例 A104	23.2	23.1	19.3				20.2							10								4.2	42.4	1.2	2.18	O
本発明例 A105	85.2	12.1	0.32					0.8									0.6				1	12.4	37.7	4.14	O	
本発明例 A106	20.3	16	10.6	19.9					18.4			0.4										4.5	26.6	1.5	3.13	O
本発明例 A107	87.7	9.84	0.25		0.22	0.31				0.18		0.27	0.23				9.9					1	10.1	38.6	5.08	O
本発明例 A108	21.9	34.1	18.3				5.1	4.2		5												50.4	2.1	1.46	O	

No.	脱酸用合金成分(重量%, 但し残部は不可溶不純物、Ti/AlはTiとAlの重量比率)	不純物元素																	合金 添加量		Ti (%)	Al (%)						
		不純物元素																	Ti+Al (%)	Ti/Al								
		Fe	Ti	Al	Ca	Mg	Si	Mn	Zr	Cr	REM	Li	Na	K	Be	Sr	Ba	V					Nb	Ta	Mo	W		
比較例 B1		77.8	4.21																				82.0	18.5	1.29	0	0	
比較例 B2		89.5	5.4	3.6																			9.0	1.5	18.5	0	0	
比較例 B3		22.1	36.9	41																			77.9	0.3	1.36	0	0	
比較例 B4		88	11.7	0.28																			12.0	4.2	4.27	0	0	
比較例 B5		20.5	4.14	3.76	48.3							18.5						4.8					7.9	1.1	12.1	0	0	
比較例 B7		21.1	16.7	11.2	53																		27.9	1.5	59.7	0	0	
比較例 B8		22.3	14.8	0.38	53										9.5								15.2	38.7	2.25	0	0	
比較例 B8		20.1	9.5	5	47									5	4.1		22						4.3	14.5	1.9	1.62	0	0
比較例 B10		39.5	37.5	1.01																			38.5	37	2.67	0	0	
比較例 B11		41.2	12	6.68				18.6									21.5						18.7	1.8	2.77	0	0	
比較例 B12		38.5	19.1	0.48						19.2								0.7					19.6	39.8	5.23	0	0	
比較例 B13		61.2	7.3	4.3	20.2																	11.8	1.7	13.7	0	0		
比較例 B14		58.6	12.5	0.39											1							12.9	32.5	2.66	0	0		
比較例 B15		62.3	10.6	2.52		7.2		7.4				2.1					2.4					2	13.1	4.2	1.45	0	0	
比較例 B16				100																			100			100	0	0
比較例 B17				100																			100			100	0	0
比較例 B18				75.6	24.4																		100			100	0	0
比較例 B19				68.1	23.6			10.3															89.7	2.8	0.23	0	0	0
比較例 B20				77.2	2.18			10.1	10.5														79.4	35.5	0.20	0	0	0
比較例 B21				43.9	14.6	19		18															55.5	3	2.28	0	0	0
比較例 B22				64.5	1.75		17.5	12				4.5											66.3	36.8	1.55	0	0	0
比較例 B23				55.8	2.86	12.4	6.6	17.8				4.5											56.7	19.5	1.79	0	0	0

	No.	薄片中介在物形態				圧延時 破砕性 *3
		主成分 (カッコ内は副成分で5重量%以下含有)	形状 *2	個数(個 /mm ²)	最大径 (μ m)	
本発明例	A1	TiO _x , Al ₂ O ₃	S	85	86	○
本発明例	A2	TiO _x , Al ₂ O ₃	S	87	79	○
本発明例	A3	TiO _x , Al ₂ O ₃	S	72	72	○
本発明例	A4	TiO _x , Al ₂ O ₃	S	75	66	○
本発明例	A5	TiO _x , Al ₂ O ₃	S	69	62	○
本発明例	A6	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO	S	72	44	○
本発明例	A7	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO	S	65	52	○
本発明例	A8	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO	S	63	48	○
本発明例	A9	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO	S	74	55	○
本発明例	A10	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO	S	66	51	○
本発明例	A11	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MgO	S	96	45	○
本発明例	A12	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MgO	S	88	38	○
本発明例	A13	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MgO	S	84	46	○
本発明例	A14	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MgO	S	93	41	○
本発明例	A15	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MgO	S	87	38	○
本発明例	A16	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SiO ₂	S	68	73	○
本発明例	A17	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SiO ₂	S	73	78	○
本発明例	A18	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SiO ₂	S	59	82	○
本発明例	A19	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SiO ₂	S	66	84	○
本発明例	A20	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SiO ₂	S	62	76	○
本発明例	A21	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MnO	S	69	73	○
本発明例	A22	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MnO	S	61	74	○
本発明例	A23	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MnO	S	62	68	○
本発明例	A24	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MnO	S	58	75	○
本発明例	A25	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MnO	S	55	72	○
本発明例	A26	TiO _x , Al ₂ O ₃ , ZrO ₂	S	68	72	○
本発明例	A27	TiO _x , Al ₂ O ₃ , ZrO ₂	S	59	75	○
本発明例	A28	TiO _x , Al ₂ O ₃ , ZrO ₂	S	56	70	○
本発明例	A29	TiO _x , Al ₂ O ₃ , ZrO ₂	S	65	74	○
本発明例	A30	TiO _x , Al ₂ O ₃ (, ZrO ₂)	S	63	73	○
本発明例	A31	TiO _x , Al ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃	S	66	72	○
本発明例	A32	TiO _x , Al ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃	S	60	73	○
本発明例	A33	TiO _x , Al ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃	S	63	70	○
本発明例	A34	TiO _x , Al ₂ O ₃ (, Cr ₂ O ₃)	S	57	74	○
本発明例	A35	TiO _x , Al ₂ O ₃ (, Cr ₂ O ₃)	S	56	73	○

【0028】

【表10】（表9のつづき）

	No.	結片中介在物形態				圧延時 破砕性 ※3
		主成分 (カッコ内は副成分で5重量%以下含有)	形状 ※2	個数(個) /mm ²	最大径 (μ m)	
本発明例	A36	TiO _x , Al ₂ O ₃ , RE ₂ O ₃	S	65	73	○
本発明例	A37	TiO _x , Al ₂ O ₃ , RE ₂ O ₃	S	59	74	○
本発明例	A38	TiO _x , Al ₂ O ₃ , RE ₂ O ₃	S	57	67	○
本発明例	A39	TiO _x , Al ₂ O ₃ , RE ₂ O ₃	S	62	71	○
本発明例	A40	TiO _x , Al ₂ O ₃ , RE ₂ O ₃	S	62	70	○
本発明例	A41	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO, MgO, ZrO ₂ , RE ₂ O ₃	S	63	70	○
本発明例	A42	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO, MgO, SiO ₂ , ZrO ₂	S	64	77	○
本発明例	A43	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO, MgO, SiO ₂ , ZrO ₂	S	53	66	○
本発明例	A44	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO, MgO, SiO ₂	S	58	68	○
本発明例	A45	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO, MgO	S	56	75	○
本発明例	A46	TiO _x , Al ₂ O ₃ , Li ₂ O	S	57	71	○
本発明例	A47	TiO _x , Al ₂ O ₃ , Li ₂ O	S	64	71	○
本発明例	A48	TiO _x , Al ₂ O ₃ (, Li ₂ O)	S	62	70	○
本発明例	A49	TiO _x , Al ₂ O ₃ , Na ₂ O	S	67	71	○
本発明例	A50	TiO _x , Al ₂ O ₃ , Na ₂ O	S	61	69	○
本発明例	A51	TiO _x , Al ₂ O ₃ (, Na ₂ O)	S	64	73	○
本発明例	A52	TiO _x , Al ₂ O ₃ , K ₂ O	S	65	71	○
本発明例	A53	TiO _x , Al ₂ O ₃ , K ₂ O	S	56	71	○
本発明例	A54	TiO _x , Al ₂ O ₃ (, K ₂ O)	S	64	75	○
本発明例	A55	TiO _x , Al ₂ O ₃ , BaO	S	59	68	○
本発明例	A56	TiO _x , Al ₂ O ₃ , BaO	S	68	72	○
本発明例	A57	TiO _x , Al ₂ O ₃ (, BaO)	S	63	76	○
本発明例	A58	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SrO	S	61	71	○
本発明例	A59	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SrO	S	61	70	○
本発明例	A60	TiO _x , Al ₂ O ₃ (, SrO)	S	61	75	○
本発明例	A61	TiO _x , Al ₂ O ₃ , BaO	S	58	65	○
本発明例	A62	TiO _x , Al ₂ O ₃ , BaO	S	62	66	○
本発明例	A63	TiO _x , Al ₂ O ₃ (, BaO)	S	58	71	○
本発明例	A64	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO, Li ₂ O	S	72	44	○
本発明例	A65	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO, Li ₂ O	S	65	52	○
本発明例	A66	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO(, Li ₂ O)	S	63	46	○
本発明例	A67	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO, MgO, ZrO ₂ , RE ₂ O ₃ , Na ₂ O	S	74	55	○
本発明例	A68	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MgO, Na ₂ O	S	86	45	○
本発明例	A69	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MgO(, Na ₂ O)	S	88	38	○
本発明例	A70	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , K ₂ O	S	83	84	○
本発明例	A71	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , K ₂ O	S	63	75	○
本発明例	A72	TiO _x , Al ₂ O ₃ (, SiO ₂ , K ₂ O)	S	68	76	○
本発明例	A73	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MnO, BaO	S	73	65	○
本発明例	A74	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , MnO, ZrO ₂ , RE ₂ O ₃ , BaO	S	65	57	○

【0029】

【表11】(表10のつづき)

	No.	鉄片中介在物形態				圧延時 破砕性 %3
		主成分 (カッコ内は副成分で5重量%以下含有)	形状 #2	個数(個) /mm ²	最大径 (μm)	
本発明例	A75	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MnO, BaO	S	62	83	○
本発明例	A76	TiO _x , Al ₂ O ₃ , ZrO ₂ , SrO	S	65	77	○
本発明例	A77	TiO _x , Al ₂ O ₃ , ZrO ₂ , SrO	S	71	69	○
本発明例	A78	TiO _x , Al ₂ O ₃ , ZrO ₂ , SrO	S	76	67	○
本発明例	A79	TiO _x , Al ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃ , BaO	S	70	63	○
本発明例	A80	TiO _x , Al ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃ , BaO	S	66	84	○
本発明例	A81	TiO _x , Al ₂ O ₃ , RE ₂ O ₃ , BaO	S	62	77	○
本発明例	A82	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO, Li ₂ O, Na ₂ O, K ₂ O, BaO, SrO, BaO	S	55	49	○
本発明例	A83	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MgO, Li ₂ O, K ₂ O, SrO	S	95	32	○
本発明例	A84	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , Na ₂ O, BaO	S	67	81	○
本発明例	A85	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO, Li ₂ O, Na ₂ O, K ₂ O, BaO, SrO, BaO	S	62	49	○
本発明例	A86	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MgO, ZrO ₂ , Na ₂ O, BaO, BaO	S	84	33	○
本発明例	A87	TiO _x , Al ₂ O ₃ , RE ₂ O ₃ , K ₂ O, SrO	S	68	55	○
本発明例	A88	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO	S	81	48	○
本発明例	A89	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MgO	S	90	38	○
本発明例	A90	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SiO ₂	S	63	84	○
本発明例	A91	TiO _x , Al ₂ O ₃	S	65	77	○
本発明例	A92	TiO _x , Al ₂ O ₃ , ZrO ₂	S	70	70	○
本発明例	A93	TiO _x , Al ₂ O ₃	S	73	64	○
本発明例	A94	TiO _x , Al ₂ O ₃ , RE ₂ O ₃	S	67	60	○
本発明例	A95	TiO _x , Al ₂ O ₃ , Li ₂ O	S	61	82	○
本発明例	A96	TiO _x , Al ₂ O ₃ , Na ₂ O	S	83	75	○
本発明例	A97	TiO _x , Al ₂ O ₃ , K ₂ O	S	68	68	○
本発明例	A98	TiO _x , Al ₂ O ₃ , BaO	S	73	64	○
本発明例	A99	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SrO	S	72	65	○
本発明例	A100	TiO _x , Al ₂ O ₃ , BaO	S	70	82	○
本発明例	A101	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO, Li ₂ O	S	66	51	○
本発明例	A102	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MgO, Na ₂ O	S	91	35	○
本発明例	A103	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , K ₂ O	S	82	83	○
本発明例	A104	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MnO, BaO	S	84	82	○
本発明例	A105	TiO _x , Al ₂ O ₃ , ZrO ₂ , SrO	S	76	68	○
本発明例	A106	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO, BaO, Na ₂ O	S	59	44	○
本発明例	A107	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MgO, RE ₂ O ₃ , K ₂ O, BaO	S	84	34	○
本発明例	A108	TiO _x , Al ₂ O ₃ , ZrO ₂ , RE ₂ O ₃ , SrO, BaO	S	60	81	○
比較例	B1	TiO _x , Al ₂ O ₃	S	75	88	○
比較例	B2	TiO _x , Al ₂ O ₃	S	75	88	○
比較例	B3	Al ₂ O ₃	CIR	105	362	○
比較例	B4	TiO _x	CIR	115	425	○
比較例	B5	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO, Li ₂ O	S	158	108	○

【0030】

* * 【表12】(表11のつづき)

	No.	鉄片中介在物形態				圧延時 破砕性 %3
		主成分 (カッコ内は副成分で5重量%以下含有)	形状 #2	個数(個) /mm ²	最大径 (μm)	
比較例	B6	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MgO	S	68	79	○
比較例	B7	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO	S	89	96	○
比較例	B8	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SiO ₂	S	143	122	○
比較例	B9	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , MnO	S	111	105	○
比較例	B10	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SrO	S	106	115	○
比較例	B11	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MnO, BaO	S	127	121	○
比較例	B12	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MnO, Na ₂ O, K ₂ O	S	125	126	○
比較例	B13	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO	S	123	111	○
比較例	B14	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SiO ₂	S	128	121	○
比較例	B15	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MgO, ZrO ₂	S	123	102	○
比較例	B16	Al ₂ O ₃	CIR	135	428	○
比較例	B17	TiO _x	CIR	151	457	○
比較例	B18	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , MnO	S	178	122	○
比較例	B19	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , MnO	S	152	128	○
比較例	B20	TiO _x , Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , MnO	S	154	115	○
比較例	B21	TiO _x , Al ₂ O ₃ , O ₂ , SiO ₂ , RE ₂ O ₃	S	138	176	○
比較例	B22	TiO _x , Al ₂ O ₃ , MgO, SiO ₂ , RE ₂ O ₃	S	158	184	○
比較例	B23	TiO _x , Al ₂ O ₃ , CaO, MgO, SiO ₂ , RE ₂ O ₃	S	157	175	○

【0031】

【発明の効果】本発明によれば、溶鋼脱酸時に脱酸生成物毎に均一な組成を有し、かつ破砕性の良い脱酸生成物を鋼中に微細分散できて、介在物性欠陥の少ない鋼材を

得ることができる。さらに、数回に分けて合金を添加する必要がなくなるため、短時間での精練が可能になり、作業負荷低減と製造コスト低減に繋がる。